

明 細 書

厚膜パターンの形成方法、電子部品の製造方法、およびフォトリソグラフィ用感光性ペースト

技術分野

[0001] 本願発明は、フォトリソグラフィ法を利用した厚膜パターンの形成方法、電子部品の製造方法、およびフォトリソグラフィ法による厚膜パターンの形成に用いられるフォトリソグラフィ用感光性ペーストに関する。

背景技術

[0002] 高周波電子機器の高密度化や高速信号化に伴い、これらの電子機器が備える高周波回路を構成する配線導体などのパターンは、微細で、膜厚が大きく、しかも、断面形状が矩形であること、さらには、配線寸法のばらつきが小さいという配線精度を有していることが求められている。

[0003] このような微細なパターンを形成する方法としては、フォトリソグラフィ法を利用したパターンの形成方法が広く用いられており、そこで用いられる従来の感光性ペーストとしては、例えば、無機粉末、感光性モノマー、ポリマー、光重合開始剤などを含む感光性ペーストが提案されている(例えば特許文献1)。

特許文献1:特開2002-82449号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の感光性ペーストでは、フォトリソグラフィ法を用いてパターンを形成する場合、十分な光硬化深度(照射した光、例えば紫外光などが厚膜中を進行し、樹脂の硬化に消費されたり、樹脂成分に吸収されたりして減衰し、樹脂の硬化に最小限必要なエネルギーを下回るまでの厚膜表面からの深さ)を得ることができないという問題点があった。

[0005] 本願発明者は、この光硬化深度にポリマーが影響を及ぼしていることを見い出した。これは、(a)照射光がポリマーに屈折、散乱されるため、感光性ペースト膜の内部にまで紫外光が到達しにくくなること、(b)ポリマーにより紫外光が吸収されること、(c)ポリ

BEST AVAILABLE COPY

マーを含有していると感光性ペースト中のモノマーのミクロブラウン運動が阻害され、重合が進みにくくなることが原因であると考えられる。

- [0006] 本願発明は、上記問題点を解決するものであり、フォトリソグラフィ法により、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能な厚膜パターンの形成方法、それを用いた電子部品の製造方法、およびそれに用いるのに適したフォトリソグラフィ用感光性ペーストを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するために、本願発明(請求項1)の厚膜パターンの形成方法は、無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していない感光性ペーストを支持体上に塗布して感光性ペースト膜を形成する膜形成工程と、

前記感光性ペースト膜に露光処理を施す露光工程と、

前記露光処理が施された前記感光性ペースト膜を現像して、所定の厚膜パターンを形成する現像工程と

を具備することを特徴としている。

- [0008] また、本願発明(請求項2)の厚膜パターンの形成方法は、

無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤、およびポリマーを含有する感光性ペーストであって、かつ、前記感光性モノマーと前記ポリマーの合計量に対する前記感光性モノマーの割合(重量割合)が、下記の式(1):

$$\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86 \cdots (1)$$

の要件を満たす感光性ペーストを支持体上に塗布して感光性ペースト膜を形成する膜形成工程と、

前記感光性ペースト膜に露光処理を施す露光工程と、

前記露光処理が施された前記感光性ペースト膜を現像して、所定の厚膜パターンを形成する現像工程と

を具備することを特徴としている。

- [0009] また、請求項3の厚膜パターンの形成方法は、

前記感光性ペーストを構成する無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤

の含有割合が、

無機粉末 : 60〜90重量%

感光性モノマー : 5〜39重量%

光重合開始剤 : 1〜10重量%

の範囲にあることを特徴としている。

- [0010] また、請求項4の厚膜パターンの形成方法は、前記感光性ペーストとして、二重結合濃度が8mmol/g〜11mmol/gの範囲にある感光性モノマーを含有する感光性ペーストを用いることを特徴としている。
- [0011] また、請求項5の厚膜パターンの形成方法は、前記感光性ペーストとして、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーを含有するものを用いることを特徴としている。
- [0012] また、請求項6の厚膜パターンの形成方法は、前記感光性ペーストが紫外線吸収剤を含有するものであることを特徴としている。
- [0013] また、請求項7の厚膜パターンの形成方法は、前記感光性ペーストが5重量%以下の割合で溶剤を含有するものであることを特徴としている。
- [0014] また、請求項8の厚膜パターンの形成方法は、前記現像工程において、有機溶剤を用いて現像を行うことを特徴としている。
- [0015] また、請求項9の厚膜パターンの形成方法は、前記露光工程において、前記感光性ペースト膜とフォトマスクを接触させないように配置して露光処理を施すことを特徴としている。
- [0016] また、請求項10の厚膜パターンの形成方法は、前記露光工程において、フォトマスクを用いずに感光性ペーストに露光処理を施すことを特徴としている。
- [0017] また、本願発明(請求項11)の電子部品の製造方法は、
請求項1〜10のいずれかに記載の方法により厚膜パターンを形成する工程と、
前記厚膜パターンを焼成する工程と、
を具備することを特徴としている。
- [0018] また、本願発明(請求項12)のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していないことを

特徴としている。

[0019] また、本願発明(請求項13)のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤、およびポリマーを含有するフォトリソグラフィ用感光性ペーストであって、

前記感光性モノマーと前記ポリマーの合計量に対する前記感光性モノマーの割合(重量割合)が、下記の式(1):

$$\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86 \cdots \cdots (1)$$

の要件を満たすことを特徴としている。

[0020] また、請求項14のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、前記無機粉末、前記感光性モノマー、および前記光重合開始剤の含有割合が、
無機粉末 : 60〜90重量%

感光性モノマー : 5〜39重量%

光重合開始剤 : 1〜10重量%

の範囲にあることを特徴としている。

[0021] また、請求項15のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、前記感光性モノマーが、二重結合濃度が8mmol/g〜11mmol/gの感光性モノマーであることを特徴としている。

[0022] また、請求項16のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、前記感光性モノマーが、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーであることを特徴としている。

[0023] また、請求項17のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、紫外線吸収剤を含有するものであることを特徴としている。

[0024] また、請求項18のフォトリソグラフィ用感光性ペーストは、5重量%以下の割合で溶剤を含有するものであることを特徴としている。

発明の効果

[0025] 本願発明(請求項1)の厚膜パターンの形成方法は、無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していない感光性ペーストを支持体上に塗布して感光性ペースト膜を形成し、この感光性ペースト膜に露光処

理を施した後、現像して所定の厚膜パターンを形成するようにしているので、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

[0026] すなわち、ポリマーを実質的に含有していない感光性ペーストを用いるようにしているので、露光工程において、ポリマーによる照射光の屈折や散乱、あるいは吸収などが生じることがなく、感光性ペースト膜の内部にまで紫外光が到達しやすくなり、かつ、ポリマーにより感光性モノマーのミクロブラウン運動が阻害されることがなく、重合が進みにくくなることが抑制されるため、厚みが大きく、しかも、高硬度でアスペクト比が高く、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを形成することが可能になる。

なお、本願発明において、感光性ペーストが「ポリマーを実質的に含有していない」とは、本願発明が感光性ペースト中に不純物として微量のポリマーが含まれる場合を含むことを意味するものである。

[0027] また、本願発明(請求項2)の厚膜パターンの形成方法のように、ポリマーを含有する感光性ペーストを用いる場合においても、感光性モノマーとポリマーの合計量に対する感光性モノマーの割合(重量割合)が、 $\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86$ の要件を満たす場合、すなわち、感光性モノマーとポリマーの合計量に対するポリマーの割合が重量割合で0.14未満(14重量%未満)の場合には、露光工程において、ポリマーによる照射光の屈折や散乱、あるいは吸収などを抑制することが可能で、感光性ペースト膜の内部にまで紫外光が到達しやすくなり、かつ、ポリマーにより感光性モノマーのミクロブラウン運動が阻害されることを抑制して、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを確実に形成することが可能になる。

[0028] また、請求項3の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストを構成する無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤の含有割合を、

無機粉末 : 60～90重量%

感光性モノマー : 5～39重量%

光重合開始剤 : 1～10重量%

の範囲とすることにより、感光性ペーストの光硬化深度の値を大きくすることが可能に

なり、かかる感光性ペーストを用いることにより、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

[0029] また、請求項4の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストとして、二重結合濃度が 8mmol/g 〜 11mmol/g の範囲にある感光性モノマーを含有する感光性ペーストを用いることにより、光硬化深度を向上させることが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0030] また、請求項5の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストとして、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーを含有するものを用いることにより、光硬化深度の値を大きくすることが可能になり好ましい。

[0031] また、請求項6の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストとして、紫外線吸収剤を含有するものを用いることにより、少ない露光量でより深い光硬化深度を得ることが可能になるため、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

[0032] また、請求項7の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストとして、5重量%以下の割合で溶剤を含有するものを用いることにより、乾燥工程を不要にし、あるいは、乾燥工程を簡略化することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0033] また、請求項8の厚膜パターンの形成方法のように、現像工程において、有機溶剤を用いて現像を行うことにより、パターン内に不純物が入ることがなく、また、リンス行程を不要にし、あるいは、リンス行程を簡略化することが可能となるため、容易かつ速やかに現像を行うことが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0034] また、請求項9の厚膜パターンの形成方法のように、露光工程において、感光性ペースト膜とフォトマスクを接触させないように配置して露光処理を施すことにより、フォトマスクが接触して感光性ペースト膜がダメージを受けることを防止して、信頼性の高い厚膜パターンを形成することが可能になる。

[0035] また、請求項10の厚膜パターンの形成方法のように、露光工程において、フォトマスクを用いずに感光性ペーストに露光処理を施すことにより、フォトマスクを不要にし

て、コストの低減を図ることが可能になるとともに、製造工程を簡略化することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0036] また、本願発明(請求項11)の電子部品の製造方法は、請求項1～10のいずれかに記載の方法により厚膜パターンを形成した後、この厚膜パターンを焼成するようにしているので、微細なパターンを備えた高性能で信頼性の高い電子部品を効率よくしかも確実に製造することが可能になる。

[0037] また、本願発明(請求項12)の感光性ペーストは、無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していないので、露光工程において、ポリマーによる照射光の屈折や散乱、あるいは吸収などが生じることがなく、感光性ペースト膜の内部にまで紫外光が到達しやすくなり、かつ、ポリマーにより感光性モノマーのミクロブラウン運動が阻害されることがなく、重合が進みやすくなる。したがって、本願発明のフォトリソグラフィ用感光性ペーストを用いることにより、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを確実に形成することが可能になる。

[0038] また、本願発明(請求項13)のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、ポリマーを含有している場合においても、感光性モノマーとポリマーの合計量に対する感光性モノマーの割合(重量割合)が、 $\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86$ の要件を満たす場合、すなわち、感光性モノマーとポリマーの合計量に対するポリマーの割合が重量割合で0.14未満(14重量%未満)の場合には、露光工程において、ポリマーによる照射光の屈折や散乱、あるいは吸収などを抑制することが可能で、フォトリソグラフィ用感光性ペースト膜の内部にまで紫外光が到達しやすくなり、かつ、ポリマーにより感光性モノマーのミクロブラウン運動が阻害されることを抑制して、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを確実に形成することが可能になる。

[0039] また、請求項14のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、前記フォトリソグラフィ用感光性ペーストを構成する無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤の含有割合を、

無機粉末 : 60～90重量%

感光性モノマー : 5～39重量%

光重合開始剤 : 1〜10重量%

の範囲とすることにより、光硬化深度の値の大きいフォトリソグラフィ用感光性ペーストを得ることが可能になり、かかるフォトリソグラフィ用感光性ペーストを用いることにより、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

[0040] また、請求項15のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、感光性モノマーとして、二重結合濃度が 8mmol/g 〜 11mmol/g の感光性モノマーを含んでいる場合には、光硬化深度を向上させることが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0041] また、請求項16のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、感光性モノマーとして、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーを含んでいる場合には、特に光硬化深度の値を大きくすることが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0042] また、請求項17のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、紫外線吸収剤を含有している場合には、少ない露光量でより深い光硬化深度を得ることが可能になるため、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

[0043] また、請求項18のフォトリソグラフィ用感光性ペーストのように、5重量%以下の割合で溶剤を含有している場合、乾燥させることなく、あるいは、最低限の乾燥時間により厚膜パターンを形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1](a)〜(c)は、本願発明の実施例にかかる方法により厚膜パターンを形成する方法を示す図である。

[図2](a)〜(d)は、本願発明の実施例の他の方法により厚膜パターンを形成する方法を示す図である。

[図3]本願発明の一実施例にかかる電子部品(セラミック多層基板)を示す断面図である。

[図4]本願発明の一実施例にかかるチップコイルの外観を示す斜視図である。

[図5]図4のチップコイルの構成を示す分解斜視図である。

符号の説明

[0045]	L	ライン状のパターン(厚膜パターン)
	S	スペース
	1	基板(アルミナ基板)
	2	膜(感光性ペースト膜)
	3	フォトマスク
	5	PETフィルム
	6	グリーンシート
	11	セラミック多層基板
	12a、12b、12c、12d、12e、12f	絶縁体層
	13a、13b	誘電体層
	15	内層銅パターン
	16	バイアホール
	17	表層銅パターン
	20	チップ部品
	21	厚膜抵抗体
	22	半導体IC
	31	チップコイル
	32	部品本体
	33	絶縁性基板
	34、35、36、37	絶縁体膜
	38、39、40、41	導体膜
	42、43	外部端子
	44、45、46	バイアホール接続部

発明を実施するための最良の形態

[0046] 本願発明の厚膜パターンの形成方法を実施するにあたっては、感光性ペーストとし

て、通常、無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤の含有割合が、それぞれ、

(a)無機粉末 : 60〜90重量%

(b)感光性モノマー : 5〜39重量%

(c)光重合開始剤 : 1〜10重量%

の範囲にあるものを用いることが望ましい。

[0047] 無機粉末の含有量の範囲を60〜90重量%の範囲とすることにより、無機粉末として金属粉末を使用する場合には、導電性不良(導体抵抗の増大)を引き起こすことを防止することが可能になり、また、無機粉末としてセラミック原料粉末やガラス粉末を使用する場合には、絶縁性不良を引き起こすことを防止することが可能になる。

[0048] さらに、無機粉末の含有量の範囲を60〜90重量%の範囲とすることにより、感光性ペーストの粘度の過度の上昇、取り扱いの困難性や、印刷性の低下などを招いたりすることがなく、しかも、光硬化性を良好に保つことが可能になる。また、硬化物強度が低下したり、硬化物が脆くなったりすることを回避することができる。

[0049] また、無機粉末の粒径範囲としては平均粒径0.1〜10 μm の範囲のものを用いることにより、粒子の凝集を抑制して、分散性を良好に保ち、微細なパターンを得ることが可能になるとともに、十分な光硬化性を備えた感光性ペーストを得ることが可能になり好ましい。また、平均粒径0.5〜5 μm のものを用いることがさらに好ましい。

[0050] 無機粉末としては球状のものを用いることが好ましい。ただし、箔状、粒状、塊状、扁平状、板状、棒状、針状のものなどを用いることも可能であり、形成すべき厚膜パターンにより適宜選択することができる。

また、無機粉末としては、導電性粉末、セラミック粉末、ガラス粉末などを用いることが可能である。

[0051] 導電性粉末としては、Ag、Au、Pt、Pd、Cu、Ni、W、Al、Moなどを用いることが可能であり、これらを組み合わせて用いることも可能である。また、上記金属の少なくとも1種以上を含む合金を用いることも可能である。さらに、金属粉末に酸化物コート、窒化物コート、または珪化物コートを施したものを用いることも可能である。

[0052] セラミック粉末としては、例えばAl、Ag、Cu、Ni、Ti、Ba、Pb、Zr、Mn、Cr、Sr、F

e、Y、Nb、La、Si、Zn、Bi、B及びRuからなる群より選ばれる少なくとも1種の金属の酸化物、硼化物、窒化物、珪化物などを用いることが可能である。また、ガラス複合系のセラミック粉末を用いることも可能である。

[0053] また、ガラス粉末としては、ほう珪酸系ガラス粉末などの公知のガラス粉末を使用することが可能である。より具体的には、ガラス粉末としては、 SiO_2 -PbO系、 SiO_2 -ZnO系、 SiO_2 -Bi₂O₃系、 SiO_2 -K₂O系、 SiO_2 -Na₂O系、 SiO_2 -PbO-B₂O₃系、 SiO_2 -ZnO-B₂O₃系、 SiO_2 -Bi₂O₃-B₂O₃系、 SiO_2 -K₂O-B₂O₃系、 SiO_2 -Na₂O-B₂O₃系などのガラス粉末を用いることが可能である。

[0054] なお、無機粉末としては、上記の物質を混合して使用すること、すなわち、例えば、Agとガラスを混合して用いることも可能である。

[0055] また、感光性モノマーの割合は、上述のように5〜39重量%の範囲にあることが望ましい。これは、感光性モノマーの割合を5〜39重量%の範囲とすることにより、光硬化性の低下や、それによる硬化物強度の低下(硬化物の脆性化)を防止することが可能になるとともに、無機粉末の割合が低下しすぎることを回避することが可能になり好ましいことによる。

[0056] なお、感光性モノマーとしては、ステアシルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、ラウリルアクリレート、2-フェノキシエチルアクリレート、イソデシルアクリレート、イソオクチルアクリレート、トリデシルアクリレート、カプロラクトンアクリレート、エトキシ化ノニルフェノールアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジアクリレート、プロポキシ化ネオペンチルグリコールジアクリレート、トリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレートトリアクリレート、プロポキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート、プロポキシ化グリセリルトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、イソデシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、テトラエチレングリコールジメタクリレート、1, 9-ノナンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジメタクリレート、エトキシ化イソシアヌ

ル酸ジアクリレート、エトキシ化パラクミルフェノールアクリレート、エチルヘキシルカルビトールアクリレート、N-ビニル-2-ピロリドン、イソボルニルアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレートなどが例示される。

[0057] また、感光性モノマーとして、二重結合濃度が 8mmol/g ～ 11mmol/g の範囲にあるモノマーを用いることにより、特に光硬化深度を向上させることが可能になる。

なお、二重結合濃度が 8mmol/g ～ 11mmol/g の範囲にある感光性モノマーとしては、ヘキサンジオールトリアクリレート、トリプロピレングリコールトリアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、1,3-ブタンジオールジアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヒドロキシペンタアクリレート、エトキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、1,4-ブタンジオールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、1,3-ブチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレートなどが例示される。

[0058] また、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーを含有する感光性ペーストを用いることにより、光硬化深度を向上させることが可能になる。すなわち、エチレンオキシド構造の重合度が3以下と小さい場合、光硬化深度を向上させる効果が大きくなる。

重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーとしては、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレートなどのエトキシ化(エチレンオキシド変性)されたもの、ポリエチレングリコールジアクリレートなどが例示される。

[0059] また、光重合開始剤は1～10重量%の範囲で含有させることが望ましい。光重合開始剤を1～10重量%の範囲とすることにより、光重合開始剤が少なすぎることによる、光硬化性の不足や、硬化物の硬度低下を回避して、高アスペクト比のパターンを形成することを可能になるとともに、感光性ペーストが紫外光を吸収しすぎて内部までエネルギーが到達しなくなることを回避することが可能になり、十分な厚みを有し、硬化物の高度の高いパターンを確実に形成することが可能になり好ましい。

[0060] 本願発明において好適に用いることの可能な光重合開始剤としては、ベンジル、ベ

ンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、ベンゾイル安息香酸メチル、4-ベンゾイル-4'-メチルジフェニルサルファイド、ベンジルジメチルケタール、2-n-ブトキシ-4-ジメチルアミノベンゾエート、2-クロロチオキサントン、2, 4-ジエチルチオキサントン、2, 4-ジイソプロピルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、2-ジメチルアミノエチルベンゾエート、p-ジメチルアミノ安息香酸エチル、p-ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、3, 3'-ジメチル-4-メトキシベンゾフェノン、2, 4-ジメチルチオキサントン、1-(4-ドデシルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、2, 2-ジメトキシ-1, 2-ジフェニルエタン-1-オン、ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)-フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、メチルベンゾイルフォルメート、1-フェニル-1, 2-プロパンジオン-2-(o-エトキシカルボニル)オキシム、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン、ビス(2, 6-ジメトキシベンゾイル)-2, 4, 4-トリメチルペンチルフォスフィンオキサイド、ビス(2, 4, 6-トリメチルベンゾイル)フェニルフォスフィンオキサイド、ビス(2, 4, 6-トリメチルベンゾイル)-2,4,4-トリメチルペンチルフォスフィンオキシド、ビス(2,6-ジクロルベンゾイル)-2,4,4-トリメチルペンチルフォスフィンオキシド、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、1,2-ジフェニルエタンジオン、メチルフェニルグリオキシレートなどが例示される。なお、これらの光重合開始剤は単独で又は2種以上を同時に用いることが可能である。

[0061] また、場合により、光増感剤を添加してもよい。光増感剤としては、例えば、p-ジメチルアミノ安息香酸イソアミルエステル、p-ジメチルアミノ安息香酸エチルエステルなどが例示される。

[0062] また、感光性ペーストとして、溶剤を5重量%以下の割合で含有させたものを用いることが可能である。

溶剤としては、具体的には、エタノール、イソプロピルアルコールなどのアルコール類、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン類、キシレンなどの芳香族化合物など

が例示される。これらの溶剤は混合して用いることも可能である。

なお、乾燥工程を不要にする見地から、基本的には溶剤を含有させないことが望ましいが、感光性ペーストの粘度調整の目的で添加する場合や、添加剤などを加える場合に、添加剤に由来して溶剤が添加される場合などにおいても、溶剤の割合が5重量%以下であれば特に問題はない。なお、溶剤の含有率が5重量%を超えても、必ずしも本願発明の作用効果が損なわれることはないが、乾燥工程が必要になる。

[0063] また、本願発明においては、感光性ペーストに、必要に応じて、チクソ剤(増粘剤、沈降防止剤)、分散剤、重合禁止剤(ラジカルトラップ剤)、紫外線吸収剤(染料、顔料、HALS=ヒンダードアミン系紫外線吸収剤)などの添加剤を添加することも可能である。

実施例 1

[0064] 以下、本願発明の実施例を示して、その特徴とするところをさらに詳しく説明する。

[0065] [実施例No. 1]

<感光性ペーストP1の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP1を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μ m) : 75.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) : 17.7重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 1.6重量%

2,4-ジエチルチオキサントン : 0.5重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1-オン : 2.2重量%

ペンタメチレングリコール : 3.0重量%

[0066] <感光性ペーストP1を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP1の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は18.9 μ mであった。

この感光性ペーストP1を用いて、図1(a)に示すように、スクリーン印刷により支持体

である基板(この実施例ではアルミナ基板)1上に厚さ $17.0\mu\text{m}$ の膜(感光性ペースト膜)2を形成した。それから図1(b)に示すように、フォトマスク3を介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して感光性ペースト膜2を硬化させ、図1(c)に示すように、未硬化部をエタノールを用いて除去することにより、同一幅のライン状のパターンLがスペースSを介して複数配設された厚膜パターンを得た。なお、ライン状のパターンLの幅とスペースSの幅の下限はパターン幅 $20\mu\text{m}$ 、スペース幅 $20\mu\text{m}$ であった(以下、最小の $L/S=20/20\mu\text{m}$ というように記載する)。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比(断面の底辺寸法に対する高さ寸法の比(高さ寸法/底辺寸法))を調べたところ、アスペクト比は0.80であった。

[0067] 次に、この感光性ペーストP1を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 24.6Hv であった。

[0068] [実施例No. 2]

<感光性ペーストP2の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP2を作製した。

Ag粉末(平均粒径= $2.8\mu\text{m}$) :80.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :14.8重量%

2-メチルー1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :2.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1 :2.3重量%

[0069] <感光性ペーストP2を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP2の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $16.2\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP2を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $16.0\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫

外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.69であった。

[0070] 次に、この感光性ペーストP2を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ15.2Hvであった。

[0071] [実施例No. 3]

<感光性ペーストP3の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP3を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :85.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :10.9重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.2重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.4重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :1.2重量%

エチルカルビトールアセテート :1.3重量%

[0072] <感光性ペーストP3を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP3の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は12.8 μm であった。この感光性ペーストP3を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ12.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.61であった。

[0073] 次に、この感光性ペーストP3を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μ mの膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μ mのペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ10.6Hvであった。

[0074] [実施例No. 4]

<感光性ペーストP4の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP4を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μ m) :71.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :11.0重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :11.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.7重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :1.5重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :2.3重量%

チクソ剤 :1.5重量%

[0075] <感光性ペーストP4を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP4の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は22.1 μ mであった。この感光性ペーストP4を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ20.8 μ mの膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をアセトンを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/20 μ mであった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.68であった。

[0076] 次に、この感光性ペーストP4を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μ mの膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し

、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ30. 2Hvであった。

[0077] [実施例No. 5]

<感光性ペーストP5の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP5を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2. 8 μm) :75. 0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :9. 5重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=1$)トリアクリレート(感光性モノマー) :9. 5重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :2. 8重量%

2, 4-ジエチルチオキサントン :0. 7重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :2. 5重量%

[0078] <感光性ペーストP5を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP5の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は18. 5 μm であった。この感光性ペーストP5を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ18. 1 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をアセトンを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0. 62であった。

[0079] 次に、この感光性ペーストP5を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ26. 5Hvであった。

[0080] [実施例No. 6]

<感光性ペーストP6の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP6を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :80.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :7.6重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :7.6重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.5重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.6重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :2.0重量%

ペンタメチレングリコール :0.7重量%

[0081] <感光性ペーストP6を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP6の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は17.0 μm であった。この感光性ペーストP6を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ16.8 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をアセトンを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.55であった。

[0082] 次に、この感光性ペーストP6を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ17.1Hvであった。

[0083] [実施例No. 7]

<感光性ペーストP7の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP7を

作製した。

Ag粉末(平均粒径 $=2.8\mu\text{m}$) :80.0重量%

Si-B系ガラス粉末(平均粒径 $=1.5\mu\text{m}$) :2.4重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :15.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.5重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.6重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :0.5重量%

[0084] <感光性ペーストP7を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP7の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $15.2\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP7を用いて、図2(a)に示すように、スクリーン印刷により支持体であるPETフィルム5上に厚さ $14.7\mu\text{m}$ の膜(感光性ペースト膜)2を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、図2(b)に示すように、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のライン状のパターンLとスペースSの比(L/S)は、 $25/30\mu\text{m}$ であった。

[0085] 次に、このPETフィルム5上に形成したパターン(厚膜パターン)Lを反転し、図2(c)に示すように、グリーンシート6上に熱圧着機を用いて 60°C 、 0.5MPa 、60秒の条件で加圧、転写して、図2(d)に示すように、グリーンシート6上にパターン(厚膜パターン)Lを形成した。このパターンLを焼成し、パターンの幅と厚みをレーザー顕微鏡により観察したところアスペクト比は0.51であった。

[0086] また、この感光性ペーストP7を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 14.8Hv であった。

[0087] [実施例No. 8]

<感光性ペーストP8の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP8を

作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :56.3重量%

Al_2O_3 コートAg(平均粒径=2.0 μm) :18.8重量%

Si-B系ガラス粉末(平均粒径=1.5 μm) :2.4重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :16.5重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.5重量%

2,4-ジエチルチオキサンソン :0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1 :2.3重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :1.3重量%

[0088] <感光性ペーストP8を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP8の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は13.9 μm であった。この感光性ペーストP8を用いてスクリーン印刷により支持体であるPETフィルム上に厚さ13.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/30 μm であった。

[0089] 次に、このPETフィルム上に形成したパターンを反転し、グリーンシート上に熱圧着機を用いて60℃、0.5MPa、60秒の条件で加圧、転写した。このパターンを焼成し、パターンの幅と厚みをレーザー顕微鏡により観察したところアスペクト比は0.45であった。

[0090] 次に、この感光性ペーストP8を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ15.4Hvであった。

[0091] [実施例No. 9]

<感光性ペーストP9の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP9を

作製した。

Cu粉末(平均粒径=2.5 μm) :77.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :14.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.4重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :1.6重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :3.0重量%

ペンタメチレングリコール :3.0重量%

[0092] <感光性ペーストP9を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP9の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は15.8 μm であった。この感光性ペーストP9を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ15.1 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.59であった。

[0093] 次に、この感光性ペーストP9を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ17.8Hvであった。

[0094] [実施例No. 10]

<感光性ペーストP10の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP10を作製した。

Cu粉末(平均粒径=2.5 μm) :80.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :14.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 1.8
重量%

2, 4-ジエチルチオキサントン : 0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 : 2.1
重量%

フタル酸ジ-n-ブチル : 1.2重量%

[0095] <感光性ペーストP10を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP10の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $14.8\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP10を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $13.8\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは $25/25\mu\text{m}$ であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.53であった。

[0096] 次に、この感光性ペーストP10を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 16.9Hv であった。

[0097] [実施例No. 11]

<感光性ペーストP11の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP11を作製した。

AgPd粉末(平均粒径= $2.0\mu\text{m}$) : 80.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) : 14.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 3.0重量%

2, 4-ジエチルチオキサントン : 0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 : 2.

1重量%

[0098] <感光性ペーストP11を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP11の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $14.1\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP11を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $14.0\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは $20/20\mu\text{m}$ であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は 0.70 であった。

[0099] 次に、この感光性ペーストP11を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 15.7Hv であった。

[0100] [実施例No. 12]

<感光性ペーストP12の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP12を作製した。

Ag粉末(平均粒径 $=3.0\mu\text{m}$) : 75.0重量%

トリメチロールプロパントリアクリレート(エチレンオキシド変性なし)(感光性モノマー) : 16.5重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 5.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン : 2.0重量%

チクソ剤 : 1.5重量%

[0101] <感光性ペーストP12を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP12の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $17.1\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP12を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $17.0\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で

紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.61であった。

[0102] 次に、この感光性ペーストP12を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ27.5Hvであった。

[0103] [実施例No. 13]

<感光性ペーストP13の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲内で含有する感光性ペーストP13を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :75.0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) :0.5重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :14.5重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=14.5/(14.5+0.5)=0.97)

ベンジルジメチルケタール :2.0重量%

ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニルフォスフィンオキシド :2.0重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :5.0重量%

チクソ剤 :1.0重量%

[0104] <感光性ペーストP13を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP13の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は16.7 μm であった。この感光性ペーストP13を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ16.5 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.68であった。

[0105] 次に、この感光性ペーストP13を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ19.9 Hvであった。

[0106] [実施例No. 14]

<感光性ペーストP14の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲内で含有する感光性ペーストP14を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :75.0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) :1.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :17.5重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=17.5/(17.5+1.0)=0.95)

1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン :2.5重量%

ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルフォスフィンオキシド :3.0重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :1.0重量%

[0107] <感光性ペーストP14を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP14の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は16.0 μm であった。この感光性ペーストP14を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ15.8 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.62であった。

[0108] 次に、この感光性ペーストP14を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返

し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ18.5 Hvであった。

[0109] [実施例No. 15]

<感光性ペーストP15の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲内で含有する感光性ペーストP15を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :75.0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) :1.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :9.0重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=9.0/(9.0+1.0)=0.90)

1-ヒドロキシ-シクロヘキシル-フェニル-ケトン :3.5重量%

ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニルフォスフィンオキシド :5.5重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :4.0重量%

チクソ剤 :2.0重量%

[0110] <感光性ペーストP15を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP15の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は15.6 μm であった。この感光性ペーストP15を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ15.1 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.60であった。

[0111] 次に、この感光性ペーストP15を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返して、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ18.4 Hvであった。

[0112] [実施例No. 16]

<感光性ペーストP16の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲内で含有する感光性ペーストP16を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :75.0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) :2.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :12.5重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=12.5/(12.5+2.0)=0.86)

1-ヒドロキシ-シクロヘキシル-フェニル-ケトン :2.0重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :3.2重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :3.8重量%

チクソ剤 :1.5重量%

[0113] <感光性ペーストP16を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP16の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は14.2 μm であった。この感光性ペーストP16を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ14.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.48であった。

[0114] 次に、この感光性ペーストP16を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ18.0Hvであった。

[0115] [実施例No. 17]

<感光性ペーストP17の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP17を作製した。

Ag粉末(平均粒径=3.0 μm) :75.0重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=1$)トリアクリレート(感光性モノマー) :16.0重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :4.5重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :1.0重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :1.5重量%

チクソ剤 :2.0重量%

[0116] <感光性ペーストP17を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP17の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は12.5 μm であった。この感光性ペーストP17を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ11.5 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.55であった。

[0117] 次に、この感光性ペーストP17を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ15.8 Hvであった。

[0118] [実施例No. 18]

<感光性ペーストP18の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP18を作製した。

Ag粉末(平均粒径=3.0 μm) :75.0重量%

イソシアヌル酸トリアリル(感光性モノマー) :17.5重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :2.5

重量%

2, 4-ジエチルチオキサントン : 0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 : 2.5

重量%

チクソ剤 : 1.6重量%

[0119] <感光性ペーストP18を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP18の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $13.8\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP18を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $12.5\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは $35/35\mu\text{m}$ であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.35であった。

[0120] 次に、この感光性ペーストP18を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 14.3Hv であった。

[0121] [実施例No. 19]

<感光性ペーストP19の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP19を作製した。

Ag粉末(平均粒径 $=3.0\mu\text{m}$) : 75.0重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=3$)トリアクリレート(感光性モノマー) : 18.0重量%

ベンジルジメチルケタール : 2.5重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 : 2.5重量%

チクソ剤 : 2.0重量%

[0122] <感光性ペーストP19を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP19の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $11.3\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP19を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ $10.0\mu\text{m}$ の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは $35/30\mu\text{m}$ であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は 0.30 であった。

[0123] 次に、この感光性ペーストP19を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ $25\mu\text{m}$ の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ 13.2Hv であった。

[0124] [実施例No. 20]

<感光性ペーストP20の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP20を作製した。

Ag粉末(平均粒径 $=3.0\mu\text{m}$) : 75.0 重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=4$)トリアクリレート(感光性モノマー) : 18.5 重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 2.5 重量%

2,4-ジエチルチオキサントン : 0.9 重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1 : 1.6 重量%

チクソ剤 : 1.5 重量%

[0125] <感光性ペーストP20を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP20の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は $11.0\mu\text{m}$ であった。この感光性ペーストP20を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に

厚さ9.5 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは40/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.29であった。

[0126] 次に、この感光性ペーストP20を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ13.1Hvであった。

[0127] [実施例No. 21]

<感光性ペーストP21の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを含まない感光性ペーストP21を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :80.0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :13.2重量%

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :2.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.9重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1 :2.3重量%

紫外線吸収剤(アントラキノン系染料) :1.6重量%

[0128] <感光性ペーストP21を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP21の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は15.5 μm であった。この感光性ペーストP21を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ14.8 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/20 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0

. 65であった。

[0129] 次に、この感光性ペーストP21を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ15. 1Hvであった。

[0130] [比較例No. 1]

<感光性ペーストP01の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP01を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2. 8 μm) :75. 0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) :3. 0重量%

ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(感光性モノマー) :13. 0重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=13. 0/(13. 0+3. 0)=0. 81)

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :2. 0重量%

2, 4-ジエチルチオキサントン :0. 5重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :3. 0重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :2. 0重量%

チクソ剤 :1. 5重量%

[0131] <感光性ペーストP01を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP01の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は9. 6 μm であった。この感光性ペーストP01を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ9. 6 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をエタノールを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0

. 32であった。

[0132] 次に、この感光性ペーストP01を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返して、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ17.3 Hvであった。

[0133] [比較例No. 2]

<感光性ペーストP02の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP02を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) : 75.0重量%

アクリル系共重合体(ポリマー) : 4.0重量%

ジペンタエリスリトールヒドロキシペンタアクリレート(感光性モノマー) : 11.5重量%

(感光性モノマー / (感光性モノマー + ポリマー)) = $11.5 / (11.5 + 4.0) = 0.74$)

2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン : 2.5重量%

2,4-ジエチルチオキサントン : 0.5重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 : 1.0重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル : 3.5重量%

チクソ剤 : 2.0重量%

[0134] <感光性ペーストP02を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP02の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は6.7 μm であった。この感光性ペーストP02を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ6.7 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.27であった。

[0135] 次に、この感光性ペーストP02を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ15.4 Hvであった。

[0136] [比較例No. 3]

<感光性ペーストP03の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP03を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :74.0重量%

アクリルポリマー(ポリマー) :6.2重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=1$)トリアクリレート(感光性モノマー) :6.0重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))= $6.0/(6.0+6.2)=0.49$

2-メチルー1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :0.6重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.2重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :0.9重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :11.6重量%

チクソ剤 :0.5重量%

[0137] <感光性ペーストP03を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP03の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は9.1 μm であった。この感光性ペーストP03を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ8.5 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.43であった。

[0138] 次に、この感光性ペーストP03を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ18.8Hvであった。

[0139] [比較例No. 4]

＜感光性ペーストP04の作製＞

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP04を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :77.0重量%

アクリル系ポリマー(ポリマー) :5.5重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :6.2重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=6.2/(6.2+5.5)=0.53)

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.2重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :0.4重量%

ペンタメチレングリコール :1.2重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :8.5重量%

[0140] <感光性ペーストP04を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP04の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は7.2 μm であった。この感光性ペーストP04を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ7.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.31であった。

[0141] 次に、この感光性ペーストP04を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ12.7Hvであった。

[0142] [比較例No. 5]

<感光性ペーストP05の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP05を作製した。

Ag粉末(平均粒径=2.8 μm) :80重量%

Si-B系ガラス粉末(平均粒径=1.5 μm) :2.4重量%

アクリル系ポリマー(ポリマー) :4.1重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度 $n=1$)トリアクリレート(感光性モノマー) :2.8重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))= $2.8/(2.8+4.1)=0.41$)

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.8重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.3重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :1.1重量%

エチルカルビトールアセテート :7.5重量%

[0143] <感光性ペーストP05を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP05の、露光量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ における光硬化深度は7.0 μm であった。この感光性ペーストP05を用いてスクリーン印刷によりPETフィルム上に厚さ7.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

[0144] 次に、このPETフィルム上に形成したパターンを反転し、グリーンシート上に熱圧着機を用いて60℃、0.5MPa、60秒の条件で加圧、転写した。このパターンを焼成し、パターンの幅と厚みをレーザー顕微鏡により観察したところアスペクト比は0.33であった。

[0145] 次に、この感光性ペーストP05を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返して、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ8.1Hvであった。

[0146] [比較例No. 6]

<感光性ペーストP06の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP06を作製した。

Cu粉末(平均粒径=2.5 μm) :80重量%

アクリル系ポリマー(ポリマー) :5.6重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :3.8重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=3.8/(3.8+5.6)=0.40

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.0重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.3重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :1.6重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :6.9重量%

フタル酸ジブチル :0.8重量%。

[0147] <感光性ペーストP06を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP06の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は7.9 μm であった。この感光性ペーストP06を用いてスクリーン印刷によりPETフィルム上に厚さ7.1 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫

外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは30/30 μm であった。

次に、このPETフィルム上に形成したパターンを反転し、グリーンシート上に熱圧着機を用いて60℃、0.5MPa、60秒の条件で加圧、転写した。このパターンを焼成し、パターンの幅と厚みをレーザー顕微鏡により観察したところアスペクト比は0.20であった。

[0148] 次に、この感光性ペーストP06を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返して、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ12.7Hvであった。

[0149] [比較例No. 7]

<感光性ペーストP07の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP07を作製した。

Cu粉末(平均粒径=2.5 μm) :80重量%

Si-B系ガラス粉末(平均粒径=1.5 μm) :0.4重量%

アクリル系ポリマー(ポリマー) :7.8重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :2.8重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=2.8/(2.8+7.8)=0.26)

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.0重量%
2,4-ジエチルチオキサントン :0.3重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 :0.5重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :7.2重量%

[0150] <感光性ペーストP07を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP07の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は7.0 μm であった。この感光性ペーストP07を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚

さ7.0 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫外光を照射して硬化させ、未硬化部をアセトンを用いて除去した。その結果、最小のL/Sは35/30 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.27であった。

[0151] 次に、この感光性ペーストP07を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返し、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ10.5Hvであった。

[0152] [比較例No. 8]

<感光性ペーストP08の作製>

以下の材料を配合し、混練することによりポリマーを本願発明の範囲を超えて含有する感光性ペーストP08を作製した。

AgPd粉末(平均粒径=2.0 μm) :75重量%

アクリル系ポリマー(ポリマー) :6.8重量%

トリメチロールプロパンEO変性(重合度n=1)トリアクリレート(感光性モノマー) :4.1重量%

(感光性モノマー/(感光性モノマー+ポリマー))=4.1/(4.1+6.8)=0.38)

2-メチル-1[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン :1.5重量%

2,4-ジエチルチオキサントン :0.3重量%

2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1-オン :1.1重量%

ジプロピレングリコールモノメチルエーテル :11.2重量%

[0153] <感光性ペーストP08を用いた膜の形成および特性評価>

この感光性ペーストP08の、露光量400mJ/cm²における光硬化深度は6.5 μm であった。この感光性ペーストP08を用いてスクリーン印刷によりアルミナ基板上に厚さ6.5 μm の膜を形成した。それからフォトマスクを介して400mJ/cm²の条件で紫

外光を照射して硬化させ、未硬化部を0.5重量%炭酸ナトリウム水溶液を用いて除去した。その結果、最小のL/Sは25/25 μm であった。

また、焼成後の寸法から、パターンのアスペクト比を調べたところ、アスペクト比は0.41であった。

[0154] 次に、この感光性ペーストP08を用いてアルミナ基板上にスクリーン印刷で厚さ25 μm の膜を形成し、400mJ/cm²で紫外光を照射して硬化させた。この操作を繰り返して、厚さ100 μm のペースト膜を形成した。この塗膜のビッカース硬度を測定したところ13.6Hvであった。

[0155] なお、上述のようにして測定した実施例No. 1〜21の条件、諸特性などを表1〜5に示し、比較例No. 1〜8の条件、諸特性などを表6および7に示す。

[0156] [表1]

実施例 No.	実施例 No. 1	実施例 No. 2	実施例 No. 3	実施例 No. 4
ペースト	P1	P2	P3	P4
無機粉末 1	Ag	Ag	Ag	Ag
無機粉末 2	-	-	-	-
無機粉末粒径 1 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	-	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	75.0	80.0	85.0	71.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	18.9	16.2	12.8	22.1
ビッカース硬度 (HV)	24.6	15.2	10.6	30.2
解像性 (L/S)	20 / 20	25 / 25	25 / 25	25 / 20
焼成後アスペクト比	0.80	0.69	0.61	0.68
形成対象 (基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー 1	A	A	A	A
モノマー 2	-	-	-	B
エポキシ樹脂構造の重合度	0	0	0	1
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol \cdot g ⁻¹)	10.38	10.38	10.38	8.70
ポリマー量 (重量%)	0	0	0	0
モノマー/(モノマー+ポリマー)	1.0	1.0	1.0	1.0
有機溶剤	PMG	-	ECA	-
溶剤量 (重量%)	3.0	0	1.3	0
現像液	エタノール	エタノール	エタノール	アセトン
各種添加剤	-	-	-	チクソ剤
乾燥工程	不要	不要	不要	不要

[0157] [表2]

実施例 No.	実施例 No. 5	実施例 No. 6	実施例 No. 7	実施例 No. 8
ペースト	P5	P6	P7	P8
無機粉末 1	Ag	Ag	Ag	Ag 及び Al ₂ O ₃ コート Ag
無機粉末 2	-	-	ガラス	ガラス
無機粉末粒径 1 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8/2.0
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	1.5	1.5
無機粉末の含有割合 (重量%)	75.0	80.0	80.0 / 2.4	56.3/18.8/2.4
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	18.5	17.0	15.2	13.9
ビッカース硬度(HV)	26.5	17.1	14.8	15.4
解像性(L/S)	25 / 25	30 / 30	25 / 30	25 / 30
焼成後アスペクト比	0.62	0.55	0.51	0.45
形成対象(基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	PET	PET
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー1	A	A	A	A
モノマー2	B	B	-	-
エポキシド構造の重合度	1	1	0	0
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol \cdot g ⁻¹)	8.70	8.70	10.38	10.38
ポリマー量(重量%)	0	0	0	0
モノマー/(モノマー+ポリマー)	1.0	1.0	1.0	1.0
有機溶剤	-	PMG	-	DGME
溶剂量 (重量%)	0	0.7	0	1.3
現像液	アセトン	アセトン	エタノール	エタノール
各種添加剤	-	-	-	-
乾燥工程	不要	不要	不要	不要

[0158] [表3]

実施例 No.	実施例 No. 9	実施例 No. 10	実施例 No. 11	実施例 No. 12
ペースト	P9	P10	P11	P12
無機粉末 1	Cu	Cu	AgPd	Ag
無機粉末 2	-	-	-	-
無機粉末粒径 1 (μm)	2.5	2.5	2.0	3.0
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	-	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	77.0	80.0	80.0	75.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	15.8	14.8	14.1	17.1
ビッカース硬度(HV)	17.8	16.9	15.7	27.5
解像性(L/S)	30 / 30	25 / 25	20 / 20	30 / 30
焼成後アスペクト比	0.59	0.53	0.7	0.61
形成対象(基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー1	A	A	A	C
モノマー2	-	-	-	-
フィルム構造の重合度	0	0	0	0
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol·g ⁻¹)	10.38	10.38	10.38	10.14
ポリマー量(重量%)	0	0	0	0
モノマー/(モノマー+ポリマー)	1.0	1.0	1.0	1.0
有機溶剤	DGME/PMG	-	-	-
溶剤量 (重量%)	6.0	0	0	0
現像液	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール
各種添加剤	-	DBP	-	チクソ剤
乾燥工程	必要	不要	不要	不要

[0159] [表4]

実施例 No.	実施例 No. 13	実施例 No. 14	実施例 No. 15	実施例 No. 16
ペースト	P13	P14	P15	P16
無機粉末 1	Ag	Ag	Ag	Ag
無機粉末 2	-	-	-	-
無機粉末粒径 1 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	-	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	75.0	75.0	75.0	75.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	16.7	16.0	15.6	14.2
ビッカース硬度 (HV)	19.9	18.5	18.4	18.0
解像性 (L/S)	25 / 25	25 / 25	25 / 25	30/25
焼成後アスペクト比	0.68	0.62	0.60	0.48
形成対象 (基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー 1	B	A	A	A
モノマー 2	-	-	-	-
エポキシド構造の重合度	1	0	0	0
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol \cdot g ⁻¹)	10.38	10.38	10.38	10.38
ポリマー量 (重量%)	0.5	1.0	1.0	2.0
モノマー/(モノマー+ポリマー)	0.97	0.95	0.90	0.86
有機溶剤	DGME	DGME	DGME	DGME
溶剂量 (重量%)	5.0	1.0	4.0	3.8
現像液	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール
各種添加剤	チクソ剤	-	チクソ剤	チクソ剤
乾燥工程	不要	不要	不要	不要

[0160] [表5]

実施例 No.	実施例 No. 17	実施例 No. 18	実施例 No. 19	実施例 No. 20	実施例 No. 21
ペースト	P17	P18	P19	P20	P21
無機粉末 1	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag
無機粉末 2	-	-		-	-
無機粉末粒径 1 (μm)	3.0	3.0	3.0	3.0	2.8
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	-	-	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	75.0	75.0	75.0	75.0	80.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	12.5	13.8	11.3	11.0	15.5
ビッカース硬度(HV)	15.8	14.3	13.2	13.1	15.1
解像性(L/S)	30 / 25	35 / 35	35 / 30	40 / 30	25 / 20
焼成後アスペクト比	0.55	0.35	0.30	0.29	0.65
形成対象(基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー1	B	D	B	B	A
モノマー2	-	-	-	-	-
エチレン単位構造の重合度	1	0	3	4	0
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol \cdot g ⁻¹)	7.01	12.05	4.34	3.64	10.38
ポリマー量(重量%)	0	0	0	0	0
モノマー/(モノマー+ポリマー)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
有機溶剤	-	-	-	-	-
溶剂量 (重量%)	0	0	0	0	0
現像液	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール
各種添加剤	チクソ剤	チクソ剤	チクソ剤	チクソ剤	紫外線 吸収剤
乾燥工程	不要	不要	不要	不要	不要

[0161] [表6]

実施例 No.	比較例 No. 1	比較例 No. 2	比較例 No. 3	比較例 No. 4
ペースト	P01	P02	P03	P04
無機粉末 1	Ag	Ag	Ag	Ag
無機粉末 2	-	-	-	-
無機粉末粒径 1 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
無機粉末粒径 2 (μm)	-	-	-	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	75.0	75.0	74.0	77.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	9.6	6.7	9.1	7.2
ビッカース硬度(HV)	17.3	15.4	18.8	12.7
解像性(L/S)	30 / 30	30 / 30	25 / 25	30 / 25
焼成後アスペクト比	0.32	0.27	0.43	0.31
形成対象(基板/フィルム)	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー1	A	A	B	B
モノマー2	-	-	-	-
フィルム構造の重合度	0	0	1	1
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol·g ⁻¹)	10.38	10.38	7.01	7.01
ポリマー量(重量%)	3.0	4.0	6.2	5.5
モノマー/(モノマー+ポリマー)	0.81	0.74	0.49	0.53
有機溶剤	DGME	DGME	DGME	PMG/DGME
溶剤量 (重量%)	2.0	3.5	11.6	1.2/8.5
現像液	エタノール	炭酸 ナトリウム	炭酸 ナトリウム	炭酸 ナトリウム
各種添加剤	チクソ剤	チクソ剤	チクソ剤	-
乾燥工程	不要	不要	必要	必要

[0162] [表7]

実施例 No.	比較例 No. 5	比較例 No. 6	比較例 No. 7	比較例 No. 8
ペースト	P05	P06	P07	P08
無機粉末 1	Ag	Cu	Cu	AgPd
無機粉末 2	ガラス粉末	-	ガラス粉末	-
無機粉末粒径 1 (μm)	2.8	2.5	2.5	2.0
無機粉末粒径 2 (μm)	1.5	-	1.5	-
無機粉末の含有割合 (重量%)	80.0 / 2.4	80.0	80.0/0.4	75.0
光硬化深度 (at 400mJ/cm ²) (μm)	7.0	7.9	7.0	6.5
ビッカース硬度 (HV)	8.1	12.7	10.5	13.6
解像性 (L/S)	30 / 30	30 / 30	35 / 30	25 / 25
焼成後アスペクト比	0.33	0.20	0.27	0.41
形成対象 (基板/フィルム)	PET	PET	アルミナ	アルミナ
厚膜パターン形成方法	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷	スクリーン 印刷
モノマー1	B	B	B	B
モノマー2	-	-	-	-
エポキシ樹脂構造の重合度	1	1	1	1
感光性モノマーの 二重結合濃度 (mmol \cdot g ⁻¹)	7.01	7.01	7.01	7.01
ポリマー量 (重量%)	4.1	5.6	7.8	6.8
モノマー/(モノマー+ポリマー)	0.41	0.40	0.26	0.38
有機溶剤	ECA	DGME	DGME	DGME
溶剤量 (重量%)	7.5	6.9	7.2	11.2
現像液	炭酸 ナトリウム	炭酸 ナトリウム	アセトン	炭酸 ナトリウム
各種添加剤	-	DBP	-	-
乾燥工程	必要	必要	必要	必要

[0163] なお、表1～7において、モノマーA、モノマーB、モノマーC、モノマーD、PMG、ECA、DGME、DBP、ポリマーの表記は、それぞれ、以下の物質であることを示している。

モノマーA:ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート

モノマーB:トリメチロールプロパンEO変性トリアクリレート

モノマーC:トリメチロールプロパントリアクリレート

モノマーD:イソシアヌル酸トリアリル

PMG:ペンタメチレングリコール

ECA:エチルカルビトールアセテート

DGME:ジブロピレングリコールモノメチルエーテル

DBP:フタル酸ジブチル

ポリマー:メタクリル酸-メタクリル酸メチル共重合体

分子量 M_w =15000

[0164] 上記の実施例No. 1〜21および比較例No. 1〜8から、ポリマーを含有しない感光性ペーストおよび、本願発明の範囲内でポリマーを含有する感光性ペーストは、光硬化深度が $10\mu\text{m}$ 以上で、かかる本願発明の範囲内の感光性ペーストを用いることにより、厚みが大きく、寸法精度や形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することができるが、本願発明の範囲を超えてポリマーを含有する比較例No. 1〜8の感光性ペーストは、光硬化深度が $10\mu\text{m}$ 未満で、かかる感光性ペーストを用いた場合には、十分な厚みを有するパターンを形成することができないことがわかる。

[0165] なお、上記の各実施例および比較例ではフォトマスクを介して露光処理を施すようにしているが、マスクレス露光機(例えば、ボールセミコンダクタ社製)を用いて、波長 $300\sim 420\text{nm}$ のレーザ光やUV光を感光性ペースト膜に照射し、感光性ペースト膜を硬化させるようにすることも可能である。なお、その場合、予め入力されているパターンに関する情報にしたがい、感光性ペースト膜を指示するステージを移動させることにより、所望のパターンを形成することができる。

実施例 2

[0166] 図3は、本願発明の一実施例にかかる電子部品(セラミック多層基板)を示す断面図である。なお、このセラミック多層基板は、本願発明の感光性ペースト(感光性銅ペースト)を用いて形成された厚膜パターンからなる電極(内層銅パターンや表層銅パターンなど)を備えたセラミック多層基板である。

[0167] この実施例のセラミック多層基板11は、絶縁体層12a、12b、12c、12d、12e及び12fと、誘電体層13a及び13bとを積層することにより形成されており、その内部には

、内層銅パターン15及びバイアホール16により、コンデンサパターン、コイルパターン、ストリップラインなどが形成されている。

[0168] さらに、セラミック多層基板11の一方主面上には、チップコンデンサなどのチップ部品20、厚膜抵抗体21、半導体IC22などが設けられており、表層銅パターン17や内層銅パターン15などにそれぞれ接続されている。

なお、このセラミック多層基板11において、内層銅パターン(厚膜パターン)15、及び表層銅パターン(厚膜パターン)17は幅が約50 μ m、膜厚が5 μ m以上となっている。

[0169] つぎに、このセラミック多層基板11の製造方法について説明する。

まず、ガラス粉末、セラミック粉末及び有機ビヒクルを混合して、絶縁体セラミックグリーンシート用スラリーを調製する。また、同様にして、誘電体セラミックグリーンシート用スラリーを調製する。次いで、得られた各スラリーをドクターブレード法などによってシート状に成形し、50〜150℃の温度で乾燥させて、絶縁体セラミックグリーンシート及び誘電体セラミックグリーンシートを作製する。なお、各セラミックグリーンシートには、必要に応じてバイアホールを形成する。

[0170] また、所定の光硬化深度を有する、本願発明の一実施例にかかる感光性ペースト(感光性銅ペースト)を用意し、支持体上に感光性銅ペーストを塗布して、感光性銅ペースト膜を形成する。なお、感光性銅ペースト膜の膜厚は、光硬化深度を考慮して設定する。

[0171] そして、この感光性銅ペースト膜に露光処理を行った後、現像して、支持体上に所定形状の厚膜パターンを形成する。

[0172] 次に、支持体上に形成された厚膜パターンを、上述のようにして作製したセラミックグリーンシート(絶縁体セラミックグリーンシート及び誘電体セラミックグリーンシート(被転写体))上に転写して、コンデンサパターンやコイルパターンなどを形成する。

[0173] それから、厚膜パターンが形成されたセラミックグリーンシートを積み重ね、圧着した後、所定温度にて焼成する。その後、チップ部品、半導体ICなどを搭載し、厚膜抵抗体を印刷することにより、図3に示すようなセラミック多層基板11が形成される。

[0174] このセラミック多層基板11を製造するにあたっては、本願発明の厚膜パターンの形

成方法により、厚膜パターン(内層銅パターンや表層銅パターンなど)を形成するようにしているので、転写法によりセラミックグリーンシート上に高精度で微細な、膜厚の大きい厚膜パターンを形成することが可能になる。そして、かかる厚膜パターンが形成されたセラミックグリーンシートを積み重ね、圧着した後、所定温度にて焼成することにより、高速信号化、高密度配線化に十分に対応したセラミック多層基板を効率よく製造することができる。

- [0175] なお、上記実施例2では、電子部品としてセラミック多層基板を示しているが、多層化されていない回路基板をはじめ、その他の種々の電子部品にも本願発明を適用することが可能である。

実施例 3

- [0176] また、図4、図5は、本願発明の実施例にかかる電子部品の他の例を示す図である。

- [0177] 図4は上述した電子部品の一例としてのチップコイル31の外観を示す斜視図であり、図5は図4に示したチップコイル31の部品本体32を分解して示す斜視図である。

- [0178] チップコイル31は、絶縁性基板33を備え、この絶縁性基板33上には、本願発明にかかるフォトリソグラフィ用感光性ペースト(絶縁体用感光性ペースト)を用いて形成される絶縁体膜34、35、36および37が順次積層されている。また、絶縁性基板33ならびに絶縁体膜34、35および36の各々上には、本願発明にかかるフォトリソグラフィ用感光性ペースト(導体用感光性ペースト)を用いて形成される導体膜38、39、40および41がそれぞれ位置されている。

- [0179] そして、これらの絶縁性基板33、絶縁体膜34〜37および導体膜38〜41により、部品本体32が構成され、この部品本体32の相対向する各端面上には外部端子42および43がそれぞれ設けられている。

- [0180] 前述した導体膜38〜41は、全体として所定のコイルパターンを形成するように、絶縁体膜34〜36の各々を貫通して設けられたバイアホール接続部44〜46を介して、電氣的に接続される。なお、バイアホール接続部44〜46は、図5において、各位置を1点鎖線で示すのみで、これらバイアホール接続部44〜46をそれぞれ与える貫通導体の図示は省略されている。

- [0181] より詳細には、導体膜38は、絶縁体膜34に設けられたバイアホール接続部44を介して、導体膜39と電氣的に接続され、同様に、導体膜39は、絶縁体膜35に設けられたバイアホール接続部45を介して、導体膜40と電氣的に接続され、導体膜40は、絶縁体膜36に設けられたバイアホール接続部46を介して、導体膜41に電氣的に接続されている。そして、このようにコイルパターンを形成するように接続された導体膜38〜41の各端部、すなわち、導体膜38の一方端部および導体膜41の一方端部は、それぞれ、外部端子42および43に電氣的に接続されている。
- [0182] つぎに、このチップコイル31の製造方法について説明する。
- 図5に示すように、まず、例えばアルミナからなる絶縁性基板33上に、本願発明にかかるフォトリソグラフィ用感光性ペースト(導体用感光性ペースト)を塗布する。このフォトリソグラフィ用感光性ペースト(導体用感光性ペースト)を塗布するにあたっては、スクリーン印刷法、スピコート法、ドクターブレード法などの種々の方法を用いることが可能である。
- [0183] 次いで、上述のように塗布されて形成された感光性ペースト膜(導体用ペースト膜)を乾燥した後、所定のパターンを有するフォトマスクを介して露光処理する。
- [0184] 次に、現像処理を実施して、感光性ペースト膜(導体用ペースト膜)の不要部分を除去した後、例えば、空気中において所定条件で焼成処理することによって、スパイラル状の導体膜38を形成する。
- [0185] 次いで、絶縁性基板33上であって、導体膜38を覆うように、本願発明にかかるフォトリソグラフィ用感光性ペースト(絶縁体用感光性ペースト)を塗布する。この塗布には、前述した導体用感光性ペーストの塗布の場合と同様の方法を適用することができる。
- [0186] 次いで、上述のように形成された感光性ペースト膜(絶縁体用ペースト膜)を乾燥した後、バイアホール接続部44用の、例えば直径50 μ mの孔(図示を省略)を形成するために、所定のパターンを有するフォトマスクを介して、この感光性ペースト膜(絶縁体用ペースト膜)を露光処理する。
- [0187] 次に、現像処理を実施して、不要部分を除去した後、例えば、空気中において所定条件で焼成処理することによって、バイアホール接続部44のための孔を有する絶

縁体膜34を形成する。

[0188] 次いで、上述のバイアホール接続部44のための孔に、導体ペーストを充填し、乾燥して、絶縁体膜34に、バイアホール接続部44を形成する。

[0189] そして、前述した導体膜38の形成の場合と同様の方法によって、スパイラル状の導体膜39を絶縁体膜34上に形成する。

なお、導体ペーストを一回塗布することにより、バイアホール接続部の孔に導体ペーストを充填するとともに感光性ペースト膜(導体用ペースト膜)を形成し、その後、露光、現像して、バイアホール導体と導体膜とを同時に焼成してもよい。

[0190] その後、前述したのと同様の方法に従って、絶縁体膜35、導体膜40、絶縁体膜36、および導体膜41を順次形成する。そして、保護用の絶縁体膜37を形成した後、外部端子42および43を設けることによって、図4に示すような外観を有するチップコイル31が完成される。

[0191] 上述した製造方法によれば、絶縁体膜34〜37の形成のために、本願発明のフォトリソグラフィ用感光性ペースト(絶縁体用感光性ペースト)を用いているので、特に、絶縁体膜34〜36に設けられるべきバイアホール接続部44〜46のための微細な孔を、形状および位置に関して優れた精度をもって簡単かつ容易に形成することができる。

[0192] また、導体膜38〜41についても、本願発明の感光性ペースト(導体用感光性ペースト)を用いて形成しているので、これら導体膜38〜41に対して、微細かつ高密度のパターンを、高い精度をもって簡単かつ容易に与えることができる。特に、通常のスクリーン印刷法等を適用する場合に比べて、導体膜38〜41を厚く形成することが容易であるので、チップコイル31を高周波特性に優れたものとすることが可能になる。

なお、本願発明の感光性ペーストを、導体用感光性ペーストあるいは絶縁体用感光性ペーストのいずれかにのみ用いるようにすることも可能である。

[0193] なお、本願発明は上記実施例に限定されるものではなく、発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

産業上の利用可能性

[0194] 本願発明によれば、フォトリソグラフィ法により、厚みが大きく、寸法精度や形状精

度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、ひいては、高性能で、信頼性の高いセラミック多層基板やチップコイル部品などを効率よく製造することが可能になる。

したがって、本願発明は、種々の電子部品並びにその製造方法に、広く適用することが可能である。

請求の範囲

- [1] 無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していない感光性ペーストを支持体上に塗布して感光性ペースト膜を形成する膜形成工程と、
前記感光性ペースト膜に露光処理を施す露光工程と、
前記露光処理が施された前記感光性ペースト膜を現像して、所定の厚膜パターンを形成する現像工程と
を具備することを特徴とする厚膜パターンの形成方法。
- [2] 無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤、およびポリマーを含有する感光性ペーストであって、かつ、前記感光性モノマーと前記ポリマーの合計量に対する前記感光性モノマーの割合(重量割合)が、下記の式(1):
$$\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86 \cdots \cdots (1)$$

の要件を満たす感光性ペーストを支持体上に塗布して感光性ペースト膜を形成する膜形成工程と、
前記感光性ペースト膜に露光処理を施す露光工程と、
前記露光処理が施された前記感光性ペースト膜を現像して、所定の厚膜パターンを形成する現像工程と
を具備することを特徴とする厚膜パターンの形成方法。
- [3] 前記感光性ペーストを構成する無機粉末、感光性モノマー、および光重合開始剤の含有割合が、
無機粉末 : 60〜90重量%
感光性モノマー : 5〜39重量%
光重合開始剤 : 1〜10重量%
の範囲にあることを特徴とする請求項1または2記載の厚膜パターンの形成方法。
- [4] 前記感光性ペーストとして、二重結合濃度が8mmol/g〜11mmol/gの範囲にある感光性モノマーを含有する感光性ペーストを用いることを特徴とする請求項1〜3のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [5] 前記感光性ペーストとして、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光

性モノマーを含有するものを用いることを特徴とする請求項1〜4のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。

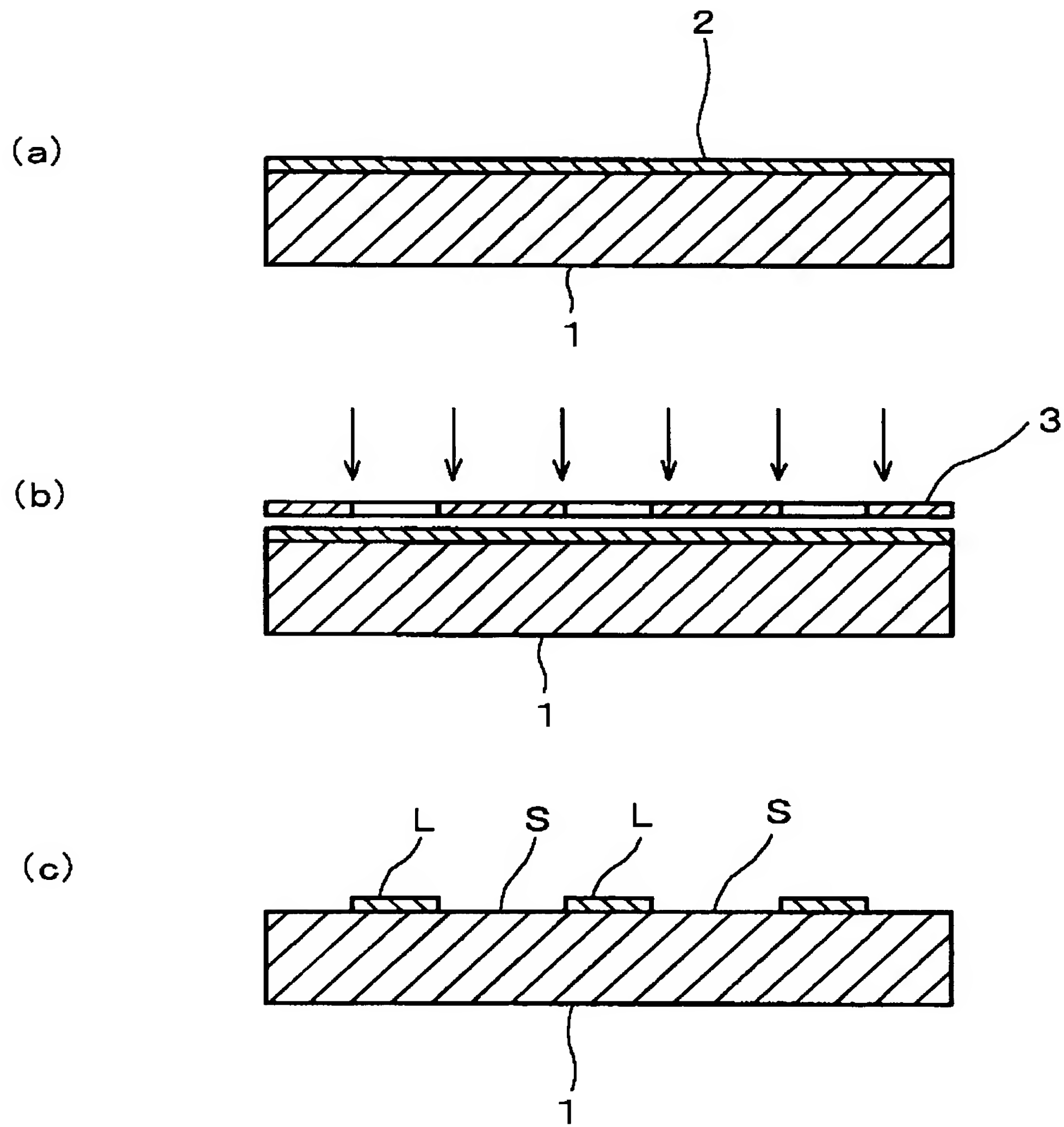
- [6] 前記感光性ペーストが紫外線吸収剤を含有するものであることを特徴とする請求項1〜5のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [7] 前記感光性ペーストが5重量%以下の割合で溶剤を含有するものであることを特徴とする請求項1〜6のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [8] 前記現像工程において、有機溶剤を用いて現像を行うことを特徴とする請求項1〜7のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [9] 前記露光工程において、前記感光性ペースト膜とフォトマスクを接触させないように配置して露光処理を施すことを特徴とする請求項1〜8のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [10] 前記露光工程において、フォトマスクを用いずに感光性ペーストに露光処理を施すことを特徴とする請求項1〜8のいずれかに記載の厚膜パターンの形成方法。
- [11] 請求項1〜10のいずれかに記載の方法により厚膜パターンを形成する工程と、
前記厚膜パターンを焼成する工程と、
を具備することを特徴とする電子部品の製造方法。
- [12] 無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤を含有し、ポリマーを実質的に含有していないことを特徴とするフォトリソグラフィー用感光性ペースト。
- [13] 無機粉末、感光性モノマー、光重合開始剤、およびポリマーを含有するフォトリソグラフィー用感光性ペーストであって、
前記感光性モノマーと前記ポリマーの合計量に対する前記感光性モノマーの割合(重量割合)が、下記の式(1):
$$\text{感光性モノマー} / (\text{感光性モノマー} + \text{ポリマー}) \geq 0.86 \cdots \cdots (1)$$

の要件を満たすことを特徴とするフォトリソグラフィー用感光性ペースト。
- [14] 前記無機粉末、前記感光性モノマー、および前記光重合開始剤の含有割合が、
無機粉末 : 60〜90重量%
感光性モノマー : 5〜39重量%
光重合開始剤 : 1〜10重量%

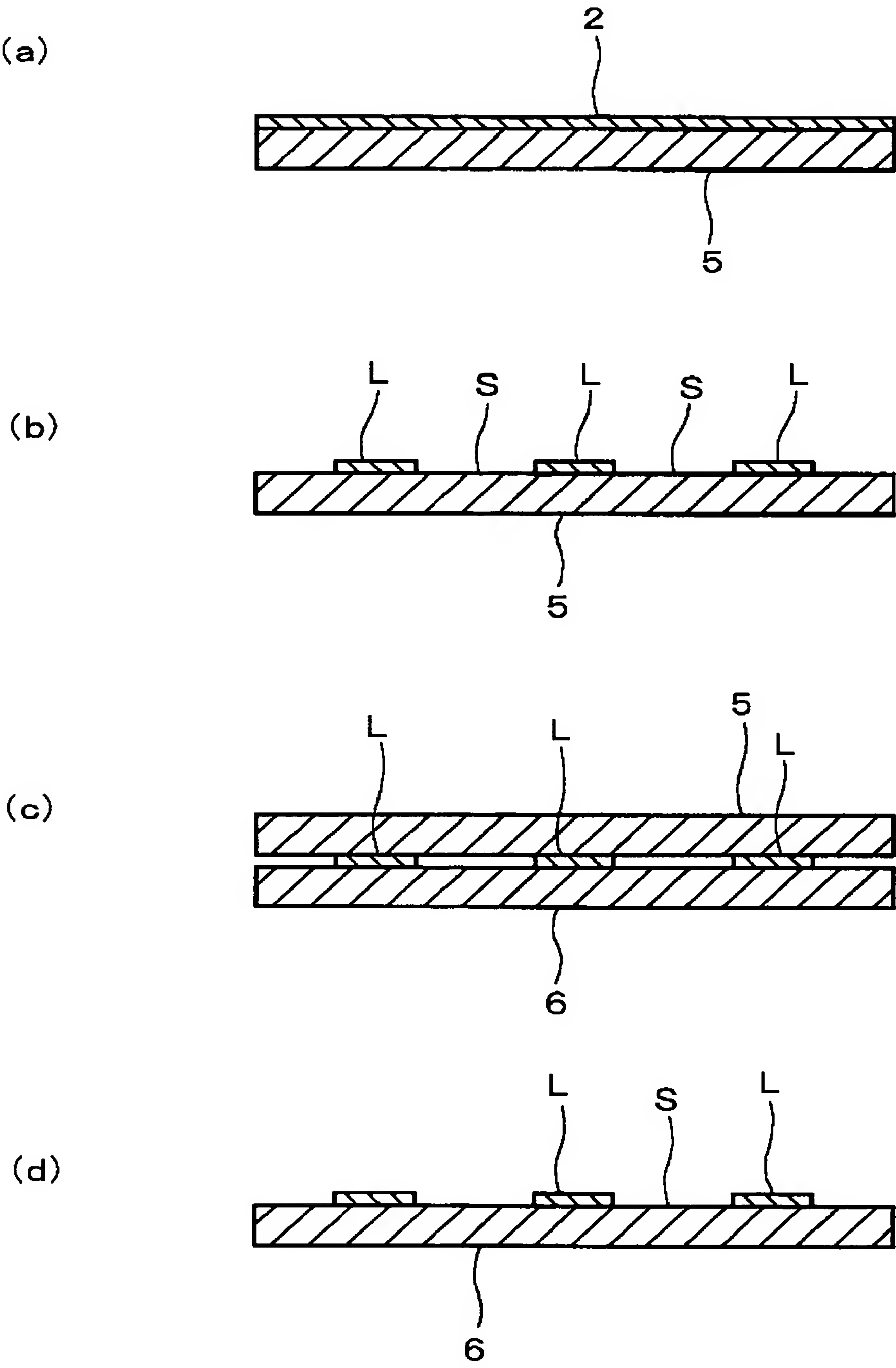
の範囲にあることを特徴とする請求項12または13記載のフォトソグラフィ用感光性ペースト。

- [15] 前記感光性モノマーが、二重結合濃度が 8mmol/g ～ 11mmol/g の感光性モノマーであることを特徴とする請求項12～14のいずれかに記載のフォトソグラフィ用感光性ペースト。
- [16] 前記感光性モノマーが、重合度が3以下のエチレンオキシド構造を有する感光性モノマーであることを特徴とする請求項12～15のいずれかに記載のフォトソグラフィ用感光性ペースト。
- [17] 紫外線吸収剤を含有するものであることを特徴とする請求項12～16のいずれかに記載のフォトソグラフィ用感光性ペースト。
- [18] 5重量％以下の割合で溶剤を含有するものであることを特徴とする請求項12～17のいずれかに記載のフォトソグラフィ用感光性ペースト。

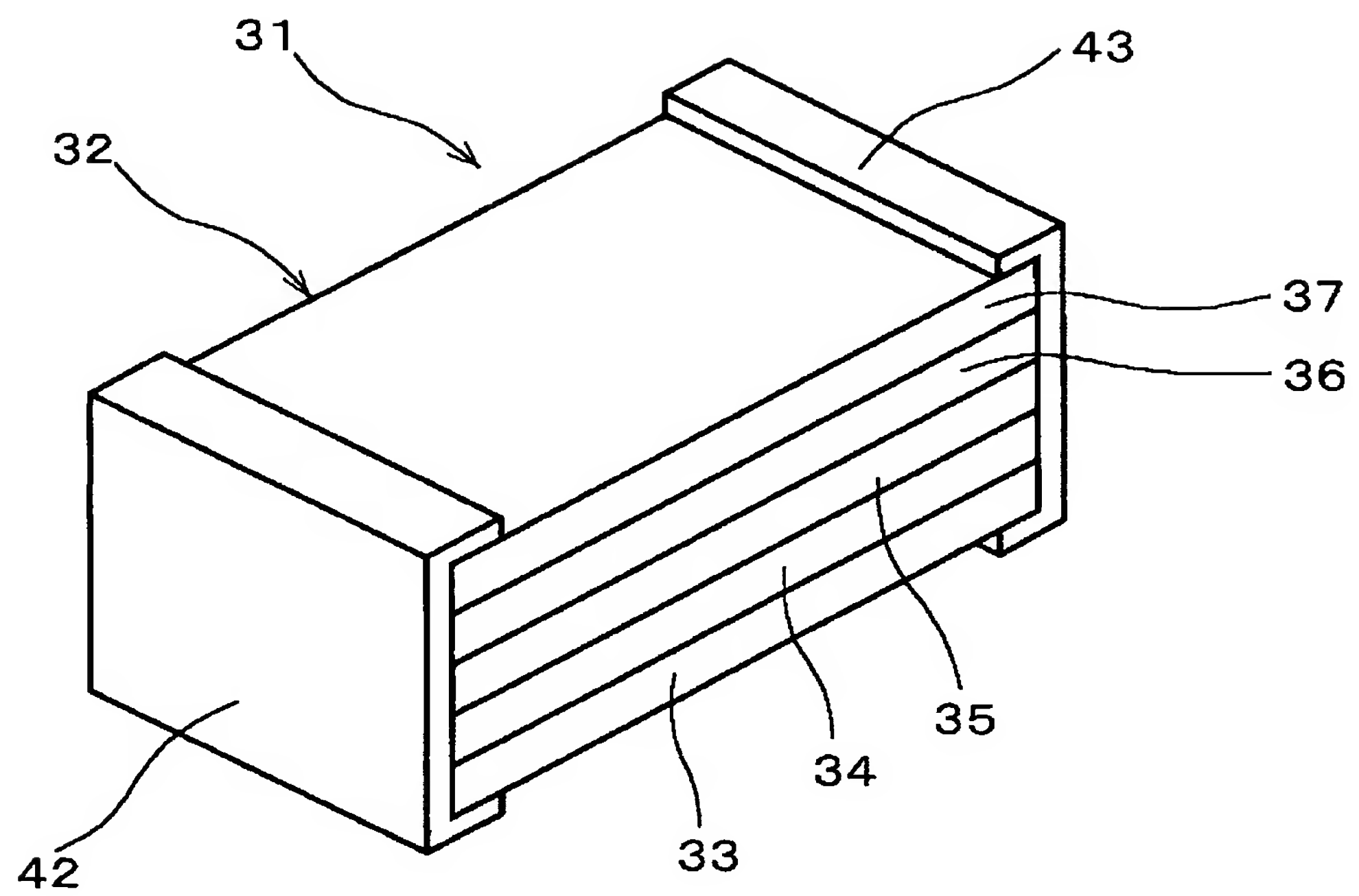
[図1]



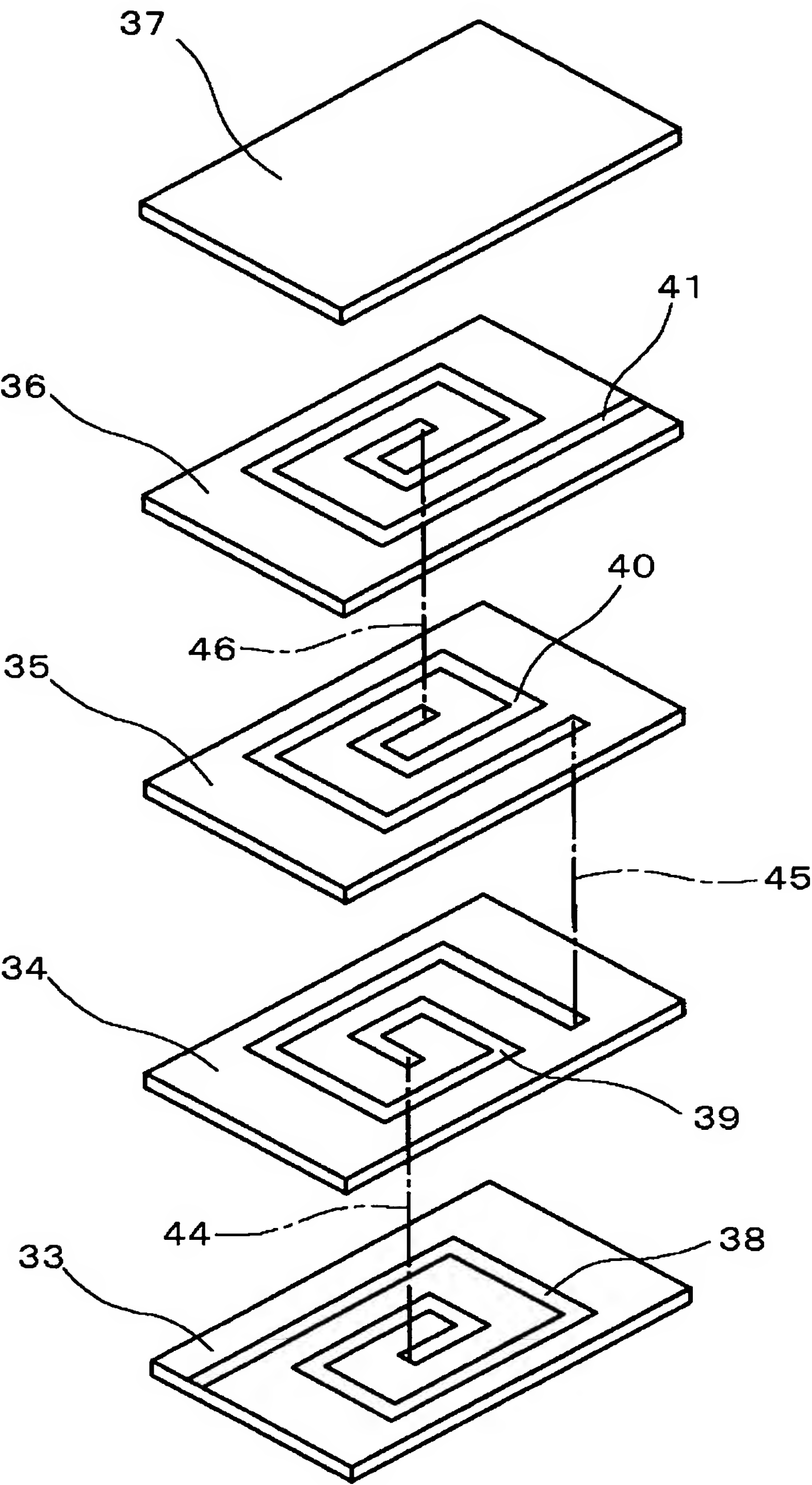
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03F7/004

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03F7/00-7/18, H01J9/02, H01J11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 7-152153 A (Futaba Corp.), 16 June, 1995 (16.06.95), Par. Nos. [0011] to [0020]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5, 7-10, 12-14, 16, 18 4, 6, 11, 15, 17
X A	JP 2002-214772 A (Toray Industries, Inc.), 31 July, 2002 (31.07.02), Claims 1, 16; Par. Nos. [0019], [0046], [0054], [0083]; comparative example 1 & EP 775940 A1	1-7, 9-18 8
Y A	JP 9-329892 A (Nippon Kayaku Co., Ltd.), 22 December, 1997 (22.12.97), Full text (Family: none)	4, 5, 15, 16 1-3, 6-14, 17, 18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06 January, 2005 (06.01.05)

Date of mailing of the international search report
25 January, 2005 (25.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015621

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-358466 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 December, 2001 (26.12.01), Claims; Par. No. [0043] & US 2002/0013017 A1	4, 5, 15, 16 1-3, 6-14, 17, 18
Y A	JP 7-135386 A (Toray Industries, Inc.), 23 May, 1995 (23.05.95), Claims; Par. Nos. [0092] to [0093] (Family: none)	4, 6, 15, 17 1-3, 5, 7-14, 16, 18
A	JP 2-268870 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 02 November, 1990 (02.11.90), Full text (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F 7/004

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F 7/00-7/18, H01J9/02, H01J11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P 7-152153 A (双葉電子工業株式会社) 1995. 06. 16, [0011]-[0020], 図1 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7-10, 1 2-14, 16, 18 4, 6, 11, 15, 17
X A	J P 2002-214772 A (東レ株式会社) 2002. 0 7. 31, 請求項1, 16, [0019], [0046][0054][0083], 比較例1, & E P 775940 A1	1-7, 9-18 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 01. 2005

国際調査報告の発送日

25. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

伊藤 裕美

2H

9515

電話番号 03-3581-1101 内線 3230

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 9-329892 A (日本化薬株式会社) 1997. 1 2. 22, 全文 (ファミリーなし)	4, 5, 15, 16 1-3, 6-14, 17, 18
Y A	J P 2001-358466 A (株式会社村田製作所) 2001. 12. 26, 特許請求の範囲, [0043] &US 2002/0013017 A1	4, 5, 15, 16 1-3, 6-14, 17, 18
Y A	J P 7-135386 A (東レ株式会社) 1995. 05. 2 3, 特許請求の範囲, [0092]-[0093] (ファミリーなし)	4, 6, 15, 17 1-3, 5, 7-14, 1 6, 18
A	J P 2-268870 A (大日本印刷株式会社) 1990. 1 1. 02, 全文 (ファミリーなし)	1-18

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.